

Новоселов В.Г., Полякова Т.В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

nauka-les@yandex.ru

О ВЛИЯНИИ ПРИПУСКА НА ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ПРИ ПРОДОЛЬНОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ ДРЕВЕСИНЫ *ABOUT INFLUENCE OF A THICKNESS ON ACCURACY OF LONGITUDINAL WOOD PLANING*

Точность является одним из основных показателей качества изготавливаемой продукции с точки зрения надежности технологической системы по ГОСТ 27.202-83 [1]. При обработке древесины резанием она определяется фактическим положением плоскости резания.

Физическая модель, описывающая потерю точности в деревообработке по мере износа инструмента, приведена в работе [2].

В работе [3] высказано предположение, что с увеличением продолжительности работы станка точность размера детали повышается, и она зависит от припуска на обработку детали.

Для проверки высказанных гипотез на базе предприятия ООО «НИК» в г. Сысерть были проведены исследования по определению изменения размеров обработанных деталей в зависимости от различных факторов. Исследования проводились на 4-х стороннем продольно – фрезерном станке Martin, со скоростью подачи $U=12$ м/мин, частота вращения ножевых головок $n = 6000 \text{ мин}^{-1}$. Обрабатывали пиломатериал с влажностью $W=12\%$, порода сосна, ширина $B=157$ мм; толщина $H=55$ мм; длина $L=3$ м. К началу исследований ножи на фрезах проработали на станке 2 недели, лезвие фрез было относительно затуплено. Во время исследований станок не поднастраивался.

Исследования проводили по методике, изложенной в [4]. Станок настраивали на изготовление деталей номинальной толщиной 48 мм, шириной 150 мм.

Определение точности обработки производилось в соответствии с ГОСТ 7315-92 [5]. Через определенные интервалы времени работы станка отбирали по 3 образца, каждый образец измеряли до фрезерования и после фрезерования по ширине и толщине в трех сечениях: посередине и на расстоянии 50 мм от торцов. Измерения делались с помощью электронного штангенциркуля с ценой деления 0,01 мм [6]. Результаты измерений заносили в таблицу 1.

Данные измерений были статистически обработаны: для каждой j -той выборки определяли среднее значение каждого размера по формуле

$$\bar{x}_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ji}}{n},$$

где x_{ji} - полученные в мгновенной выборке размеры изделий;

n_j - количество измерений в данной выборке;

j - номер выборки.

Таблица 1 – Результаты измерения деталей до и после обработки

Время, мин	Номер измерения								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Толщина изделий до фрезерования, мм									
0	54,62	55,01	55,72	56,58	57,78	56,24	68,23	66,5	64,58
75	54,39	51,24	51,93	53,38	52,22	53,12	63,21	63,82	60,55
115	57,85	61,62	61,13	56,49	57,74	56,58	62,64	60,39	60,42
145	49,97	52,42	55,36	53,7	54,11	54,12	48,80	49,79	49,90
180	53,11	51,41	52,79	57,96	55,76	57,24	50,12	50,45	50,32
210	55,28	53,62	53,88	54,49	53,05	56,41	51,63	50,96	53,20
Толщина изделий после фрезерования, мм									
0	48,54	48,06	47,96	47,78	48,12	48,19	48,28	48,01	48,31
75	47,81	47,87	47,68	48,08	48,07	48,04	47,88	48,37	47,96
115	47,75	48,03	48,26	47,91	48,1	47,69	48,86	48,28	47,85
145	47,54	48,13	47,87	47,85	47,99	47,96	48,01	48,32	47,84
180	48,41	48,12	47,81	48,14	48,09	47,72	48,42	48,05	47,54
210	47,99	48,35	47,88	48,12	48,18	47,54	48,05	48,02	47,88
Ширина изделий до фрезерования, мм									
0	158,6	156,5	158,04	157,2	156,49	157,53	157,53	156,46	159,26
75	156,93	156,7	156,5	157,16	156,62	156,37	152,49	157,37	157,03
115	157,08	156,3	156,54	156,63	156,56	156,14	155,74	156,31	155,79
145	157,74	156,9	156,06	156,26	156,35	155,04	151,12	151,79	152,4
180	155,82	155,9	154,86	154,54	155,7	154,73	155,09	155,43	155,05
210	155,18	155,3	155,46	154,47	155,25	154,79	154,97	155,37	154,78
Ширина изделий после фрезерования, мм									
0	149,89	150,6	150,62	150,55	150,49	151,93	150,43	150,85	150,28
75	150,6	150,2	150,72	150,27	150,72	150,54	150,04	150,53	150,43
115	150,31	150,5	150,87	148,37	150,44	150,24	150,40	150,37	150,45
145	150,24	150,3	150,14	150,23	150,35	150,4	150,51	149,69	150,26
180	150,19	150,2	150,55	149,30	150,09	150,17	149,51	150,33	150,64
210	149,69	150,6	150,96	149,10	150,6	150,77	150,68	150,51	150,42

Определялось среднее квадратическое отклонение размеров в каждой выборке

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{ji} - \bar{x}_j)^2}{n_j - 1}},$$

а также поле рассеяния размера в каждой выборке

$$\omega_j = 6 S_j.$$

Результаты представлены в таблице 2.

Изменение размера изделий в процессе обработки показано на рис. 1 графиками, построенными в пакете Excel, путем нанесения на точечную диаграмму линий тренда и указанием уравнения линейной зависимости с величиной достоверности аппроксимации R^2 .

Таблица 2

Время, мин	Толщина до обработки, мм			Толщина после обработки, мм			Припуск, мм
	x_j	S_j	ω_j	x_j	S_j	ω_j	
0	59,473	5,378	32,27	48,139	0,223	1,336	5,667
75	55,984	5,063	30,38	47,973	0,198	1,190	4,006
115	59,429	2,292	13,75	48,081	0,358	2,149	5,674
145	52,019	2,423	14,54	47,946	0,215	1,292	2,037
180	53,240	3,046	18,28	48,033	0,297	1,781	2,603
210	53,613	1,692	10,15	48,001	0,227	1,363	2,806
Время, мин	Ширина до обработки, мм			Ширина после обработки, мм			Припуск, мм
	x_j	S_j	ω_j	x_j	S_j	ω_j	
0	157,511	0,988	5,929	150,631	0,556	3,337	3,44
75	156,357	1,485	8,910	150,454	0,231	1,387	2,951
115	156,341	0,422	2,534	150,221	0,717	4,302	3,06
145	154,848	2,435	14,61	150,238	0,232	1,391	2,305
180	155,230	0,488	2,930	150,109	0,441	2,647	2,561
210	155,068	0,334	2,003	150,370	0,592	3,554	2,349

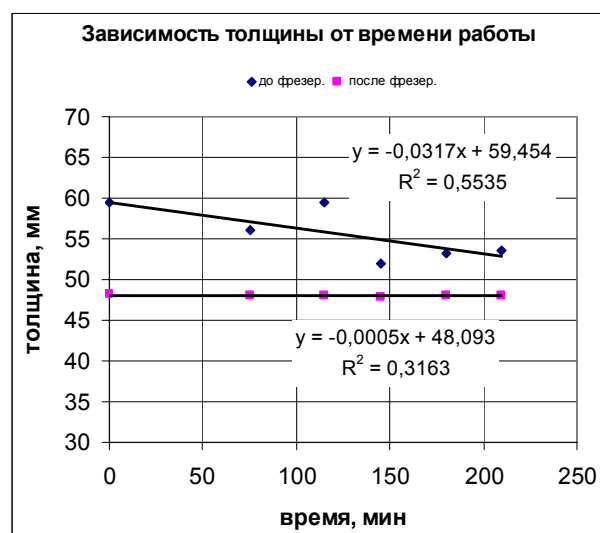
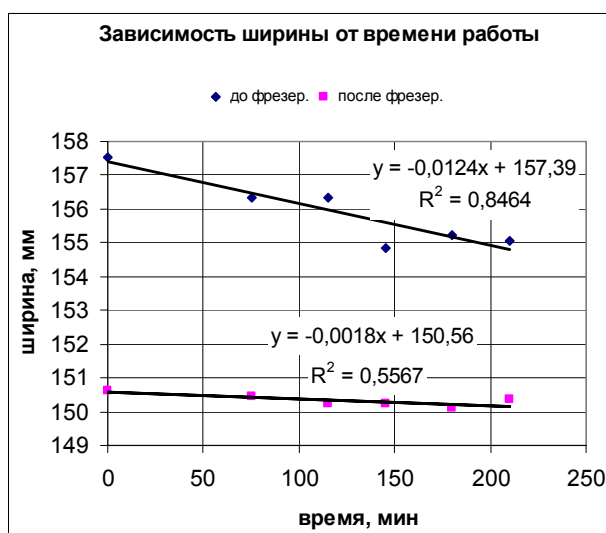


Рисунок 1

Зависимость полученного после фрезерования размера от времени работы выражена очень слабо: коэффициенты регрессии не превышают тысячных долей, причем они тем меньше, чем меньше номинальный размер. Тем не менее, в обоих случаях прослеживается тенденция к уменьшению размера, что, на первый взгляд, противоречит теоретическим предпосылкам [2]. Однако анализ размеров заготовок показал, что они были нестабильны и менялись в пределах до 3 мм по ширине и до 7 мм по толщине. Зависимости размеров после фрезерования от размера заготовки по ширине и толщине показаны на рисунке 2.

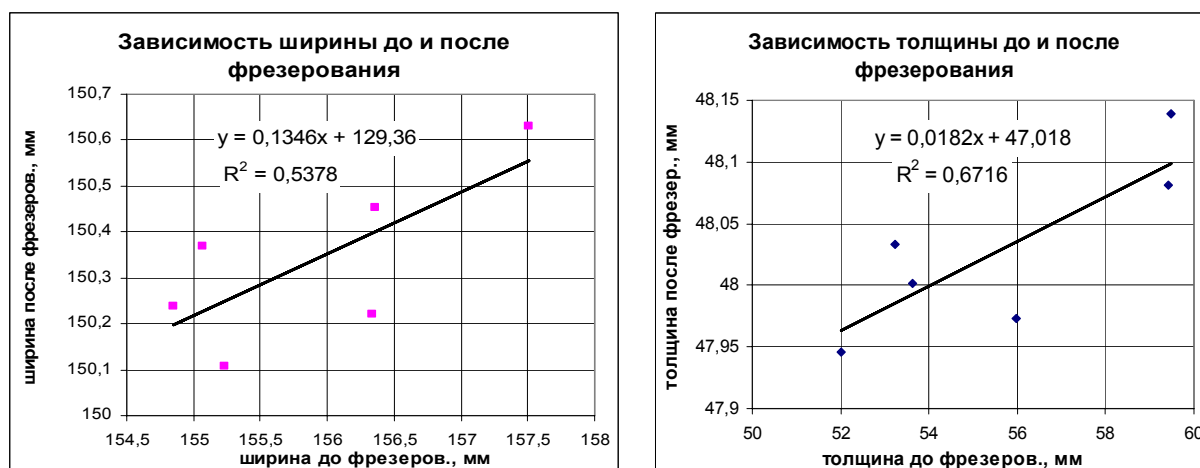


Рисунок 2

Как видно, прослеживается явная зависимость размера, полученного после фрезерования, от размера исходной заготовки, причем, чем больше абсолютный размер заготовки, тем больше коэффициент регрессии на размер после фрезерования.

Зависимость размера после обработки от величины припуска, снимаемого при фрезеровании, показана графиками на рисунке 3.

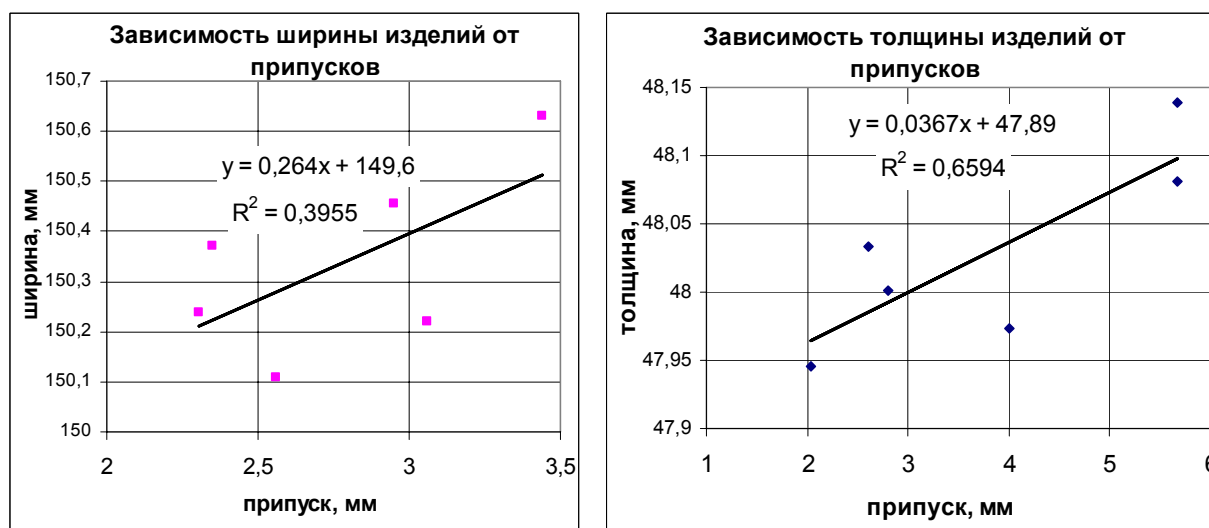


Рисунок 3

Из графиков следует, что размер детали, получаемый после фрезерования, явно зависит от величины снимаемого припуска, причем эта зависимость более тесная на больших номинальных размерах детали (в данном случае – по ширине).

Выявленные зависимости могут быть объяснены следующим образом:

1. С увеличением припуска (толщины стружки) увеличивается сила резания. Ее нормальная составляющая, воздействуя на заготовку, приводит к большей величине упругой деформации как самой заготовки, так и системы «СПИД». В результате увеличивается величина упругого восстановления и, соответственно, размер изделия, получаемый после обработки.

2. С увеличением абсолютного размера (ширина, толщина) абсолютная величина упругой деформации сжатия заготовки под действием нормальной составляющей силы резания также увеличивается.

Точность обработки оценивается не только получаемым в каждой реализации абсолютным размером, но и полем рассеяния размера в каждой мгновенной выборке. Изменение поля рассеяния размеров по ширине и по толщине изделий с течением времени работы станка показано графиками на рисунке 4.

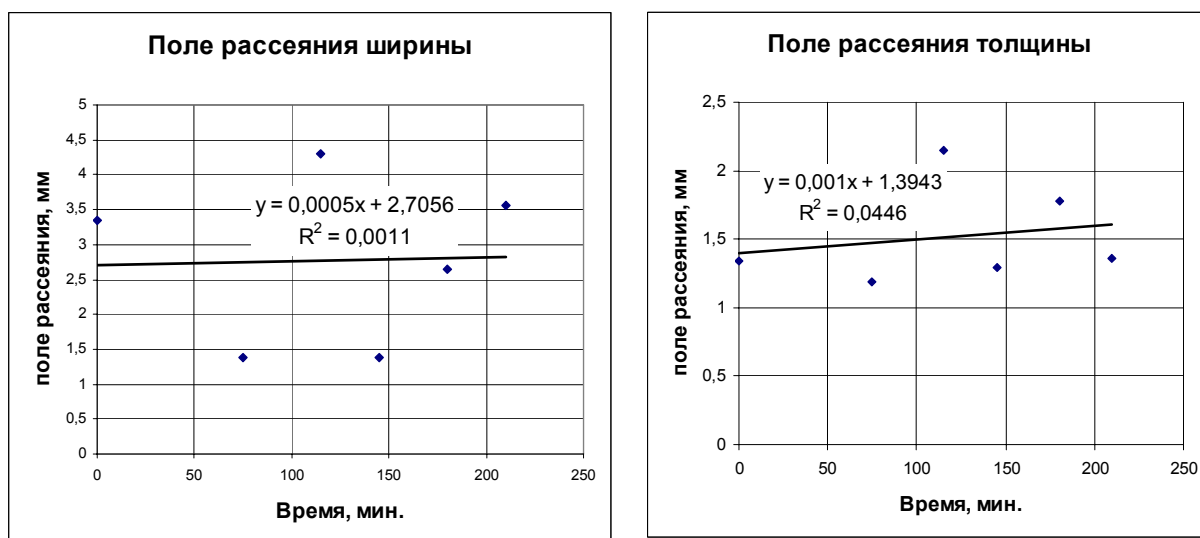


Рисунок 4

Как видно, зависимость величины поля рассеяния от времени работы станка выражена очень слабо, коэффициенты регрессии не превышают 1/1000. Однако в отличие от данных, приведенных в работе [3], эти коэффициенты положительны, то есть с течением времени работы поле рассеяния размеров растет, а стабильность обработки ухудшается.

Изменение поля рассеяния размеров в зависимости от величины припуска показано графиками на рисунке 5.

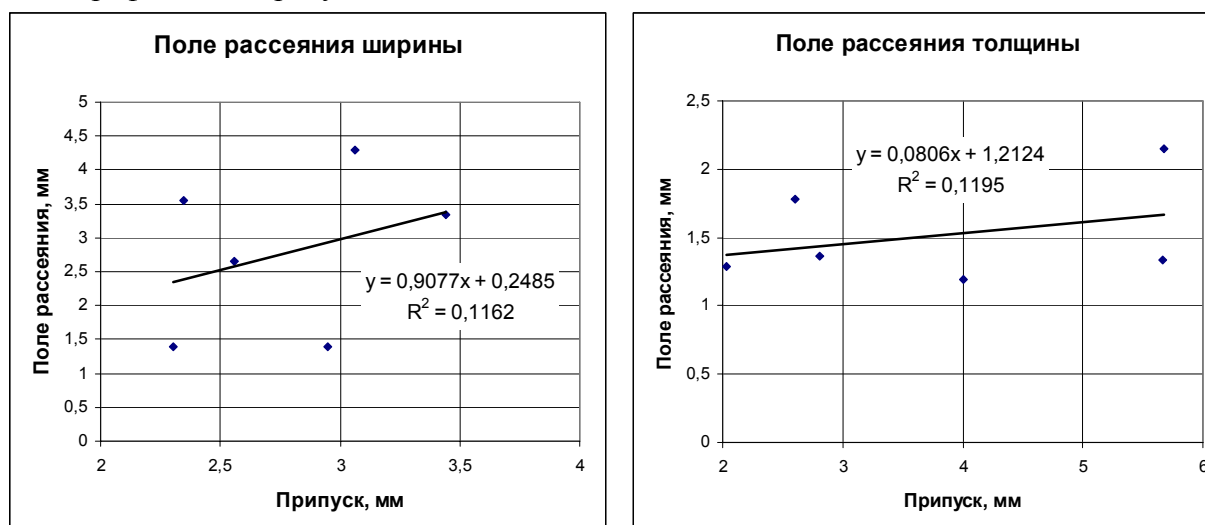


Рисунок 5

Как видно, с увеличением припуска поля рассеяния размеров обработанных деталей имеют выраженную тенденцию к увеличению, то есть точность и стабильность обработки ухудшаются. Это соответствует предположению, высказанному в работе [3]. Объяснить это можно как увеличением упругого восстановления, не стабильного вследствие нестабильности упругих свойств древесины, так и увеличением вибрационных деформаций в связи с увеличением сил резания.

ВЫВОДЫ.

1. Точность обработки при продольном фрезеровании древесины существенно зависит от величины припуска, снимаемого при обработке: при увеличении припуска возрастает как окончательный размер после обработки, так и поле рассеяния получаемого размера.

2. Величина изменения размера и поля его рассеяния увеличивается с увеличением номинального размера обрабатываемого изделия.

Библиографический список

1. ГОСТ 27.202-83. Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции. [Текст]. Введ. 1984-07-01. М.: Изд-во стандартов, 1984. 50 с.

2. Новоселов В.Г. Физический метод расчета надежности технологической системы деревообработки по параметру качества продукции «точность» [Текст] / В.Г.Новоселов, И.Т.Глебов // Надежность и качество: материалы международного симпозиума, Пенза, 25-31 мая 2006 г./ Пензенский гос.техн.ун-т. – Пенза, 2006. - С. 276-278.

3. Мокроносова М.Ю. Определение технологической стабильности станка [Текст]/ М.Ю.Мокроносова, И.Т.Глебов// Научное творчество молодежи –лесному комплексу России. Материалы III Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов/ Урал. гос. лесотехн. ун-т. г.Екатеринбург: - 2007. Ч.1.С.136-138.

4. Полякова Т.В. Критерии, методы и средства определения надежности технологических систем деревообработки по показателю качества «точность» [Текст]/ Т.В.Полякова, В.Г.Новосёлов // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: материалы II международного евразийского симпозиума, Екатеринбург, 2-5 октября 2007 г./ Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т.- 2007. С.123-128.

5. ГОСТ 7315-92. Деревообрабатывающее оборудование. Станки строгальные четырехсторонние. Основные параметры. Нормы точности и жесткости. [Текст] Взамен ГОСТ 6826-78, ГОСТ 7315-83, ГОСТ 19467-74. Введ. 1993-01-01. М.: Госстандарт России: изд-во стандартов, 1992. 23 с.

6. Полякова Т.В. Техника и методика экспериментального исследования точности обработки деревянных изделий [Текст]/ Т.В.Полякова, В.Г.Новосёлов // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века: материалы III международного евразийского симпозиума, Екатеринбург, 30 сентября-3 октября 2008 г./ Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т.- 2008. С.86-90.